

**PERBANDINGAN KOREKSI PASANG SURUT TERHADAP CHART DATUM  
MENGUNAKAN GNSS TIDE DAN TIDE GAUGE  
(STUDI KASUS PERAIRAN ANCOL TELUK JAKARTA)**

**COMPARISON OF TIDAL CORECTION AGAINST CHART DATUM USING GNSS TIDE  
(CASE STUDY OF ANCOL WATERS, JAKARTA BAY)**

**Syaiful A. Brillianto<sup>1</sup>, Ainun P. Wiryawan.<sup>2</sup>, Janjan Rechar<sup>2</sup>**

**<sup>1</sup>Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut, Prodi D3 Hidro-Oceanografi**

**<sup>2</sup>Pushidrosal**

**email : ipunk117201@gmail.com**

**ABSTRAK**

Batimetri adalah ukuran dari tinggi rendahnya dasar laut yang merupakan sumber informasi utama mengenai dasar laut. Dalam pengolahan data batimetri diperlukan beberapa koreksi, salah satunya adalah koreksi pasang surut. Data pasang surut selama ini diperoleh dari pengamatan pasang surut yang dilakukan di stasiun pasang surut selama dilaksanakannya pemeruman. Perkembangan teknologi memberikan metode perekaman data pasang surut menggunakan *Global Navigation Satelltie System* (GNSS). Dalam tugas akhir ini dilaksanakan perekaman data GNSS yang dipasang pada *sounding boat* dengan metode *Post-Processing Kinematic* (PPK). Data yang diperoleh merupakan data tinggi permukaan air dari elipsoid yang kemudian dikurangkan dengan tinggi *chart datum* terhadap elipsoid. Hasil yang diperoleh kemudian digunakan untuk mereduksi kedalaman pada pengolahan data *Multibeam Echosounder* (MBES). Hasil dari penelitian ini berupa grafik perbandingan pasang surut GNSS tide dengan *tide gauge* dan perbandingan angka kedalaman pengolahan data MBES dengan koreksi pasang surut GNSS *tide* dan *tide gauge*.

**Kata kunci:** Batimetri, GNSS *tide*, Pasang surut, MBES.

**ABSTRACT**

*Bathymetry is a measure of the height and low of the seabed which is the main source of information about the seafloor. In processing bathymetry data, several corrections are needed, one of which is tidal correction. Tidal data so far was obtained from tide observations made at the tidal station during the sounding. Technological developments provide a method of recording tidal data using the Global Navigation Satellite System (GNSS). In this final project, the recording of GNSS data mounted on a sounding boat is carried out using the Post-Processing Kinematic (PPK) method. The data obtained is the height of the water level from the ellipsoid which is then subtracted from the height of the*

*chart datum to the ellipsoid. The results obtained are then used to reduce depth in Multibeam Echosounder (MBES) data processing. The results of this study are in the form of a comparison graph of the GNSS tide with a tide gauge and a comparison of the depth of the MBES data processing with the GNSS tide correction and tide gauge.*

**Keywords:** Bathymetry, GNSS tide, Tidal, MBES.

## PENDAHULUAN

Survei batimetri merupakan suatu kegiatan untuk memperoleh data kedalaman dan kondisi topografi dasar laut, juga lokasi objek-objek yang berpotensi menimbulkan bahaya (Akbar, 2017). Sejarah awal pengukuran batimetri adalah menggunakan sebuah pemberat yang telah terikat oleh tali atau kabel (*lead-line*), kemudian dimasukkan ke air laut hingga mencapai dasar (Wibisono, 2020). Metode konvensional ini memakan banyak tenaga dan waktu sehingga dinilai tidak efisien untuk memetakan laut secara luas (Wibisono, 2020).

Seiring perkembangan jaman yang selaras dengan kemajuan teknologi, berbagai metode untuk menentukan kedalaman air laut sudah banyak berkembang. *Single Beam Echosounder* (SBES) menjadi tren dalam pemetaan batimetri di era kemunculannya hingga kemudian lahirlah metode baru hasil dari evolusi alat-alat sebelumnya (Wibisono, 2020). *Multibeam Echosounder* (MBES) dan *Side Scan Sonar* (SSS) muncul sebagai terobosan baru dalam pengukuran batimetri untuk pemetaan laut (Wibisono, 2020).

*Multibeam Echosounder* (MBES) adalah salah satu alat yang digunakan untuk survei batimetri dalam cakupan survei hidrografi. MBES digunakan untuk

mengukur banyak titik kedalaman secara bersamaan yang didapat dari suatu susunan *transducer* (Lekkerkerk, 2006 dalam Prihantoro, 2021). Teknologi MBES merupakan perpanjangan dari teknologi *Single Beam Echosounder* (SBES) yang hanya memancarkan satu beam secara vertical ke dasar perairan, sedangkan MBES mampu mentransmisikan beratus-ratus beam ke dasar perairan dan pola pancarannya melebar dan melintang terhadap badan kapal.

Metode pengukuran kedalaman laut (batimetri) saat ini banyak menggunakan metode akustik yang biasa disebut dengan pemeruman (Arya, 2015). Gelombang akustik sangat efektif digunakan pada penentuan kedalaman perairan, karena gelombang akustik merambat optimal pada medium air dibandingkan medium udara (Arya, 2015). Dalam menghitung nilai kedalaman relatif suatu perairan metode akustik menggunakan konsep fisika sederhana yang dinyatakan dengan rumus berikut:

$$Z = \frac{1}{2} v \cdot \Delta t$$

Dimana  $Z$  merupakan kedalaman hasil ukuran,  $v$  menyatakan nilai kecepatan rambat gelombang suara pada medium air laut. Dan  $\Delta t$  merupakan selisih

waktu pengiriman dan penerimaan gelombang suara.

Dalam pengolahan data batimetri diperlukan beberapa koreksi, salah satunya adalah koreksi pasang surut.

Data pasang surut selama ini diperoleh dari pengamatan pasang surut yang dilakukan di stasiun pasang surut. Pengamatan pasang surut dilaksanakan bersamaan dengan dilaksanakannya pemeruman.

*Global Navigation Satellite System* (GNSS) merupakan istilah singkatan dari suatu sistem satelit navigasi yang menyediakan posisi geospasial dalam lingkup global. GNSS beroperasi secara penuh sejak Desember 2009 (Wahyono, 2019). GNSS merupakan sistem radio navigasi dan penentu posisi yang berbasis satelit yang dapat digunakan oleh banyak orang sekaligus dalam segala cuaca, serta didesain untuk memberikan posisi tiga dimensi dan kecepatan yang diteliti serta memberikan informasi mengenai waktu secara kontinyu di seluruh dunia (Abidin, 1995 dalam Sunaryo 2015).

Perkembangan teknologi pada bidang hidrografi memberikan metode pengamatan pasang surut dengan GNSS. Data GNSS *tide* adalah data pasang surut yang diperoleh dari GNSS dengan prinsip mengukur ketinggian antenna GNSS dari elipsoid sehingga dapat diperoleh pola ketinggian pasang surut yang dapat diolah menjadi koreksi pasang surut dalam pengolahan data survei batimetri. Pola pasang surut yang didapat oleh GNSS adalah pola ditempat yang sama dengan lokasi pemeruman karena perekaman tinggi dilaksanakan bersamaan dengan pemeruman.

## METODE PENELITIAN

### Lokasi Obyek penelitian

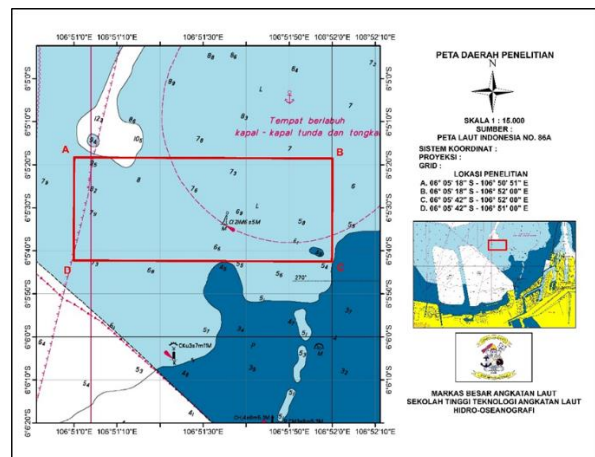
Lokasi yang dipilih untuk pengambilan data penelitian adalah di perairan utara Ancol yang tersaji pada Gambar 1. dengan batas area sebagai berikut:

A.  $06^{\circ} 05' 18''$  S -  $106^{\circ} 50' 51''$  E

B.  $06^{\circ} 05' 18''$  S -  $106^{\circ} 52' 00''$  E

C.  $06^{\circ} 05' 42''$  S -  $106^{\circ} 52' 00''$  E

D.  $06^{\circ} 05' 42''$  S -  $106^{\circ} 51' 00''$  E



Gambar 1. Peta Lokasi Objek Penelitian. (Sumber: Penulis, 2021)

### Lokasi Pelaksanaan Penelitian

Adapun lokasi penelitian adalah di Kampus STTAL Hidros Jl. Ganesha No. 01 Kodamar, Kelapa Gading, Jakarta Utara.

### Bahan Penelitian

Bahan penelitian terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer meliputi *raw data Multibeam Echosounder* (MBES) dan data GNSS yang diperoleh dengan menggunakan peralatan survei STTAL. Perekaman GNSS dilaksanakan di *sounding boat* dengan *Trimble R8s*. Data sekunder berupa data pasang surut, tinggi

*chart datum* dari nol palem dan beda tinggi nol palem dari BM serta hasil pengolahan geodetik pada BM. Untuk pengolahan data GNSS menggunakan metode PPK diperlukan data *base station* sebagai pengikat menggunakan data CORS dari BIG serta data (\*.sp3) dan data (\*.clk).

### Tahap Pelaksanaan

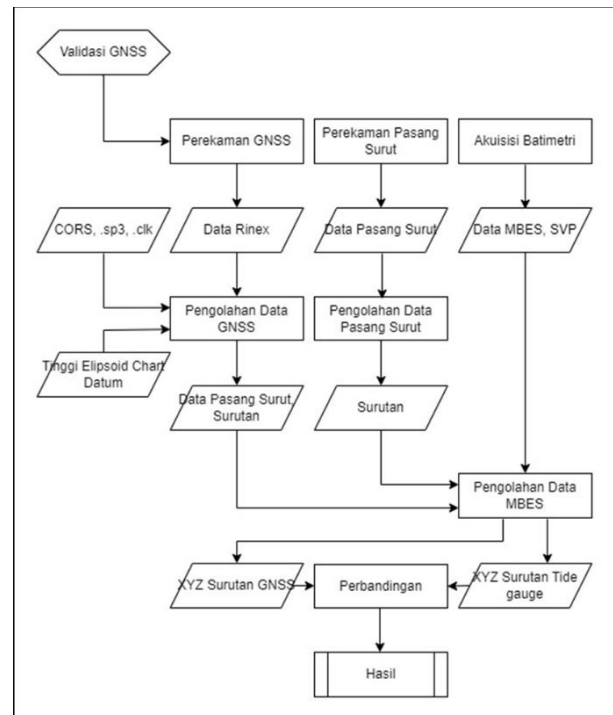
Tahapan yang pertama adalah melakukan validasi terhadap GNSS yang dipakai dalam survei yaitu Trimble R8s dengan metode PPK. Tahapan yang berikutnya adalah pengambilan data batimetri menggunakan MBES di area utara Ancol dan pada saat yang sama dilakukan juga pengamatan GNSS di kapal dan tide gauge di pantai sebagai pembanding.

Tahapan berikutnya adalah menentukan jarak chart datum (CD) dari dari elipsoid dengan cara levelling nol palem terhadap BM. Setelah melaksanakan levelling maka di dapat beda tinggi nol palem dan BM sehingga didapatkan jarak chart datum terhadap elipsoid. Tinggi chart datum terhadap elipsoid digunakan untuk mendapatkan nilai surutan dari data GNSS yang ada di kapal.

Selanjutnya adalah melaksanakan pengolahan terhadap data batimetri menggunakan Caris Hips and Sips 10.4 untuk mendapatkan nilai kedalaman yang telah direduksi oleh pasang surut dengan metode GNSS tide ataupun dari pengamatan menggunakan tide gauge. Hasil yang diperoleh merupakan kedalaman koreksi pasang surut tide gauge dan GNSS tide. Angka kedalaman yang telah dihasilkan kemudian dibandingkan dan dicari selisihnya.

### Diagram Alir Penelitian

Gambar 2. adalah diagram alir yang digunakan dalam penelitian sebagai pedoman alur pikir pelaksanaan dari tahap pengumpulan data awal sampai perbandingan kedalaman.



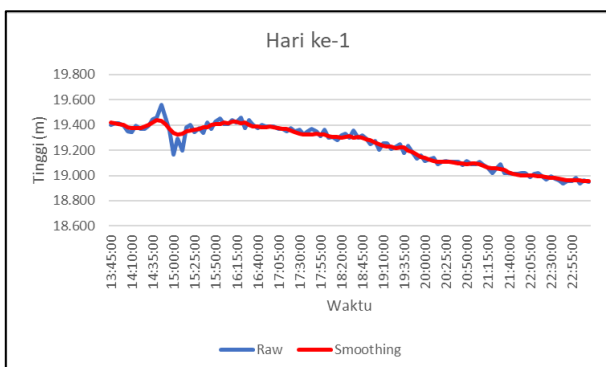
Gambar 2. Diagram Alir Pengolahan Data.

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

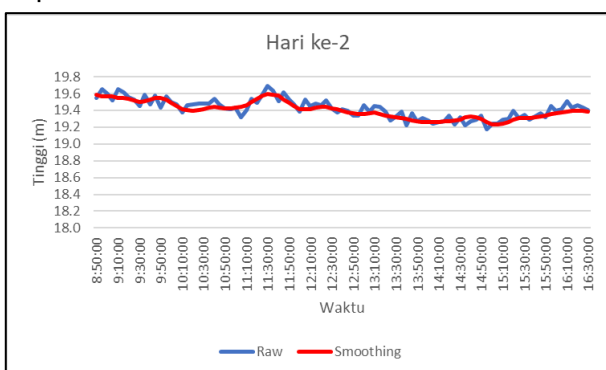
#### Pengolahan Data GNSS

Data pengamatan GNSS diolah secara *post-processing* dengan penambahan informasi pendukung lainnya sebagai input data dalam optimalisasi penggunaan perangkat lunak RTKLIB. Dalam pengolahan data GNSS diperlukan beberapa data yakni data RINEX GNSS, data orbit satelit (\*.sp3), jam satelit (\*.clk) dan data CORS. Data yang diunduh dari Trimble R8s mempunyai format (\*.T02) sehingga perlu dikonversi ke dalam data RINEX menjadi data (\*.22g), (\*.22n) dan (\*.22o).

Pengamatan pasut menggunakan GNSS akan menghasilkan data dengan interval pengamatan mencapai 1 detik atau dengan kata lain setiap detik akan merekam data. Sedangkan data pengamatan pasut interval 5 menit. Untuk menyamakan interval data, maka data GNSS ditampilkan dengan interval 5 menit. Data dari GNSS membentuk grafik yang bergerigi, untuk mengatasi hal tersebut maka dalam pemrosesan data pasut GNSS diperlukan proses penyaringan dan penghalusan terhadap data tersebut. Dimana setelah dilakukan penyaringan dan penghalusan diharapkan data dan grafik yang dihasilkan akan lebih halus. Gambar 3. dan 4. merupakan grafik perbandingan *raw* data pasut GNSS dan smoothing pasut GNSS yang ditampilkan per 5 menit.



Gambar 3. Tinggi Permukaan Air Terhadap Elipsoid hari ke-1.



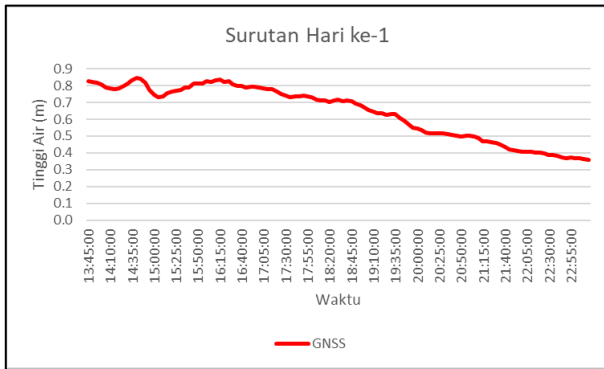
Gambar 4. Tinggi Permukaan Air Terhadap Elipsoid Hari ke-2.

Metode yang digunakan untuk penghalusan data pasut GNSS menggunakan metode *Moving Average Filtering*. Metode ini merupakan penyaringan data menggunakan rata-rata data sepanjang rentang data yang telah ditentukan. Dalam tugas akhir jumlah data samping yang digunakan adalah 10 menit. Metode ini merupakan penyaringan data menggunakan rata-rata data sebelum dan sesudah data yang akan diganti, dimana data sebelum dan sesudahnya ditentukan oleh 129 lipso span yang diinginkan. Secara umum metode *Moving Average Filtering* dapat dituliskan dengan rumus (Smith, 1999 dalam Safi' 2017),

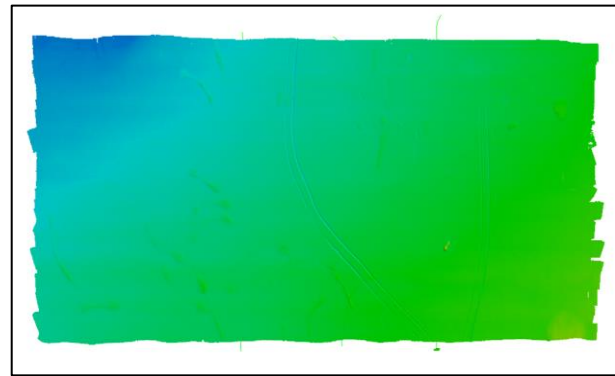
$$y_s(i) = \frac{1}{2N + 1} (y(i + N) + y(i + N - 1) + \dots + y(i - N))$$

Dimana  $y_s(i)$  : data hasil *moving average filtering* ke  $i$ ,  $N$  : jumlah data disamping  $y_s(i)$ ,  $2N+1$  : rentang data.

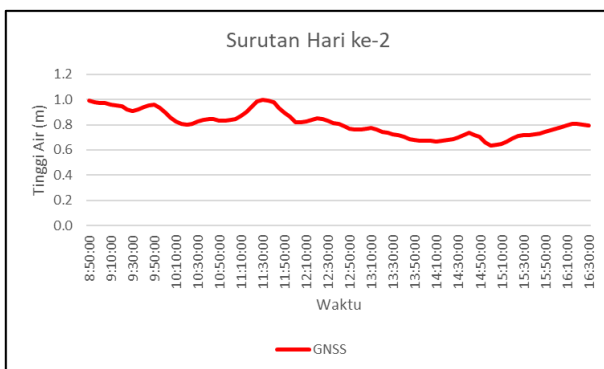
Untuk mengetahui jarak CD terhadap elipsoid diperlukan *levelling* dari BM terhadap palem untuk mengetahui beda tinggi nol palem terhadap BM. Jarak CD terhadap BM adalah 1,699 m. Diketahui tinggi elevasi BM adalah 20,592 m maka tinggi elevasi CD adalah  $20,592 - 1,699 = 18,893$  m. Tinggi elevasi CD yang telah di dapat digunakan sebagai pengurang tinggi elipsoid GNSS yang ada di kapal sehingga menjadi nilai surutan. Gambar 5. dan 6. adalah grafik surutan dari perekaman data GNSS.



Gambar 5. Surutan Hari ke-1.



Gambar 7. Surface.



Gambar 6. Surutan Hari ke-2.

## Pengolahan MBES

Pengolahan data *Multibeam Echosounder* menggunakan *software Caris Hips and Sips 10.4*. Pengolahan data MBES bertujuan untuk memproses data mentah menjadi data yang telah terkoreksi dan dapat diexport dalam berbagai format yang diperlukan. Adapun tahapannya adalah:

- a. Membuat Vessel
- b. Pembuatan project
- c. Import data
- d. Load tide
- e. Load SVP
- f. Compute TPU
- g. Merge
- h. Membuat base surface
- i. Filtering
- j. Export XYZ

Gambar 7. merupakan *surface* yang dihasilkan dari pengolahan data MBES.

Survei batimetri haruslah mengacu pada standar minimum ketelitian dari *International Hydrographic Organization (IHO)* yang tertuang pada *Special Publication 44 (S-44)* edisi keenam tahun 2020 agar memenuhi kualitas peta batimetri yang disyaratkan. Standar ketelitian kedalaman untuk survei hidrografi yang harus dipenuhi ditampilkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Standar Ketelitian Survei Hidrografi

Orde Eksklusif	Orde Khusus	Orde 1A/1B	Orde 2
a = 0.15 m	a = 0.25 m	a = 0.5 m	a = 1 m
b = 0.0075 m	b = 0.0075 m	b = 0.013 m	b = 0.023 m

(Sumber: IHO S-44 edisi keenam 2020)

$$\sigma = \pm \sqrt{a^2 + (b \times d)^2}$$

Keterangan:

$\sigma$  = Standar deviasi (m).

A = Konstanta kesalahan kedalaman, yaitu jumlah dari semua konstanta kesalahan.

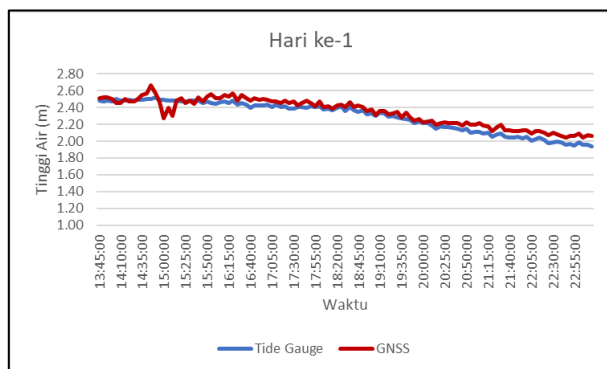
b = Faktor pengganti kesalahan kedalaman lain.

d = Kedalaman (m).

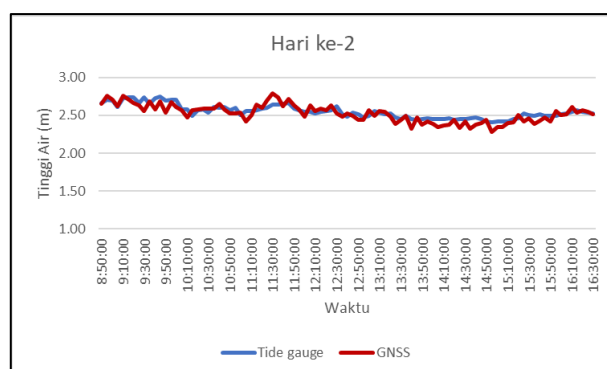
b x d = Kesalahan kedalaman lain, yaitu jumlah semua kesalahan kedalaman yang lain.

### Perbandingan Pasang Surut

Nilai tinggi muka air dari stasiun pengamatan pasang surut menggunakan *tide gauge* digunakan sebagai acuan untuk menentukan perbedaan tinggi muka air yang dihasilkan melalui pengamatan GNSS. Perbandingan muka air *tide gauge* dengan GNSS ditampilkan pada Gambar 8. dan 9.



Gambar 8. Grafik Perbandingan Tinggi Air Hari ke-1.



Gambar 9. Grafik Perbandingan Tinggi Air Hari ke-2.

Gambar 8. dan 9. adalah perbandingan grafik tinggi air yang diperoleh dari data *tide gauge* dan data GNSS *tide* dengan interval 5 menit. Garis merah merupakan pola grafik tinggi air

GNSS sedangkan garis biru merupakan pola grafik tinggi air *tide gauge*. Hasil *plotting* elevasi pasut menunjukkan bahwa pola grafik tinggi air GNSS *tide* dan surutan *tide gauge* relatif sama dan berhimpit. Perbedaan angka surutan sangat dipengaruhi oleh kualitas data elevasi GNSS.

Untuk mengetahui keakuratan tinggi air GNSS *tide* terhadap tinggi pengamatan palem, diasumsikan data dari *tide gauge* adalah data yang dianggap benar, maka perlu dihitung nilai RMSE (*Root Mean Squared Error*).

$$RMSE : \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_1 - \hat{y}_1)^2}{n}}$$

Dimana, RMSE adalah *Root Mean Squared Error*,  $\sum_{i=1}^n (y_1 - \hat{y}_1)^2$  adalah jumlah kuadrat nilai ukuran dikurangi nilai yang dianggap benar, dan  $n$  adalah panjang data. Dengan perhitungan rumus tersebut diperoleh nilai RMSE yang tersaji dalam Tabel 2.

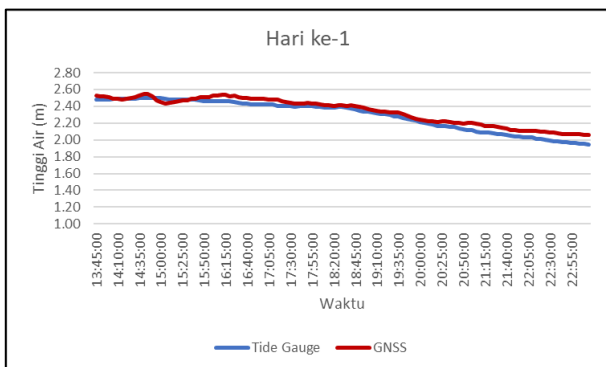
Tabel 2. RMSE

Keterangan	RMSE (m)
Raw Pasut GNSS – <i>Tide Gauge</i> Hari ke-1	0,071
Raw Pasut GNSS – <i>Tide Gauge</i> Hari ke-2	0,069
<i>Smoothing</i> Pasut GNSS – <i>Tide Gauge</i> Hari ke-1	0,060
<i>Smoothing</i> Pasut GNSS – <i>Tide Gauge</i> Hari ke-2	0,055

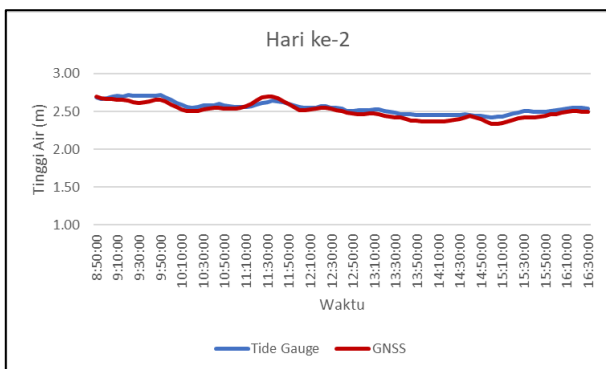
Dari tabel 2. diketahui bahwa nilai RMSE hari ke-1 dan ke-2 hampir sama sehingga surutan dari GNSS *tide* dapat dianggap valid. Nilai tinggi air yang diperoleh baik dari *tide gauge* ataupun GNSS banyak dipengaruhi oleh dinamika permukaan laut, untuk mendapatkan data yang lebih stabil maka perlu dilaksanakan penghalusan data. Dari tabel diatas, nilai



RMSE semakin kecil ketika data telah dilaksanakan *smoothing*.



Gambar 10. Perbandingan Grafik Smoothing Hari ke-1.



Gambar 10. Perbandingan Grafik Smoothing Hari ke-2.

Gambar 10. dan 11. merupakan grafik perbandingan pasut *tide gauge* dan GNSS yang telah dilaksanakan *smoothing*. Dari perbandingan data pasut GNSS dengan pasut pengamatan tersebut, dapat dihitung nilai residual dari data pasut pengamatan dengan pasut GPS. Secara umum dapat dituliskan seperti (DeLoach, 1995 dalam Safi', 2017).  $r(t) = h(t)_{obs} - h(t)_{gps}$

Dimana,  $r(t)$  merupakan residual pada saat  $t$ ,  $h(t)_{obs}$  merupakan tinggi pasut pengamatan dengan *tide gauge* pada saat  $t$ , dan  $h(t)_{gps}$  merupakan tinggi pasut GNSS pada saat  $t$ .

Tabel 3. Residual

Keterangan	Terkecil (m)	Terbesar (m)	Rata-rata Residual (m)
Raw Pasut GNSS – Tide Gauge Hari ke-1	0,002	0,21	0,06
Raw Pasut GNSS – Tide Gauge Hari ke-2	0,001	0,18	0,06
Smoothing Pasut GNSS – Tide Gauge Hari ke-1	0,002	0,11	0,05
Smoothing Pasut GNSS – Tide Gauge Hari ke-2	0,003	0,09	0,05

Dari nilai selisih pasut GNSS dengan pasut pengamatan pada Tabel 3. secara umum menunjukkan nilai rentang selisih yang relatif kecil, baik selisih antara raw pasut GNSS dengan pasut pengamatan ataupun selisih *smoothing* pasut GPS dengan pasut pengamatan. Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai pasut GNSS dan *tide gauge* mempunyai selisih yang lebih sedikit setelah dilaksanakan *smoothing*. Dari nilai residual yang didapatkan, maka dapat dicari nilai standar deviasinya dengan rumus (DeLoach, 1995 dalam Safi', 2017),

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (r(t) - \bar{r})^2}{(n-1)}}$$

Dengan  $SD$  adalah standar deviasi,  $r(t)$  adalah residual ke  $t$ ,  $\bar{r}$  adalah rata-rata residual, dan  $n$  adalah panjang data. Dengan perhitungan rumus tersebut diperoleh nilai standar deviasi yang tersaji dalam Tabel 4.



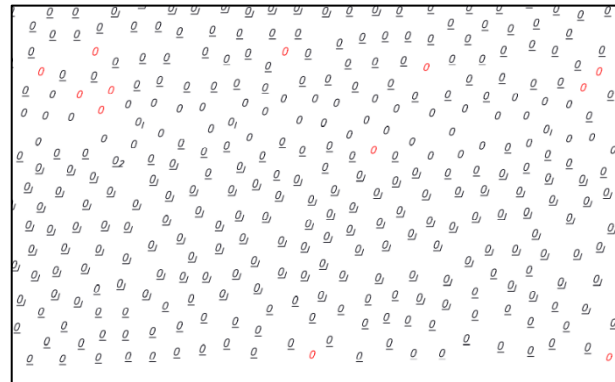
Tabel 4. Standar Deviasi Residual

Keterangan	Standar Deviasi (m)
Raw Pasut GNSS – Tide Gauge Hari ke-1	0,035
Raw Pasut GNSS – Tide Gauge Hari ke-2	0,040
Smoothing Pasut GNSS – Tide Gauge Hari ke-1	0,028
Smoothing Pasut GNSS – Tide Gauge Hari ke-2	0,023

Penelitian sebelumnya yang dilaksanakan oleh Susilo dengan GNSS Reflektometri menghasilkan standar deviasi 0,11 m dan koefisien korelasi antara GNSS dan *tide gauge* sebesar 0,90 m. Susilo melaksanakan penelitian dalam jangka waktu pengamatan selama 1 bulan. Dibandingkan dengan penelitian Susilo, standar deviasi yang dihasilkan pada penelitian ini mempunyai nilai yang lebih kecil yakni 0,035 m pada hari ke-1 dan 0,040 m pada hari ke-2.

### Perbandingan Kedalaman

Dalam pengolahan MBES data pasang surut digunakan untuk koreksi pasang surut sehingga angka kedalaman bereferensi terhadap *chart datum*. Dalam Tugas Akhir ini dilaksanakan pengolahan terhadap data MBES yang sama, yang membedakan adalah pada koreksi pasang surut yang digunakan. Koreksi pasang surut yang digunakan diperoleh dari sumber yang berbeda yakni data pasang surut *tide gauge* dan GNSS *tide*.



Gambar 11. Perbandingan Kedalaman.

Gambar 11. merupakan kedalaman yang dihasilkan dari pengolahan data MBES menggunakan surutan *tide gauge* dan GNSS *tide*. Gambar tersebut menunjukkan bahwa kedalaman hampir sama dengan perbedaan yang tidak mempunyai pola khusus. Hal ini disebabkan oleh nilai surutan *tide gauge* dan GNSS *tide* mempunyai selisih maksimal 0,11 m sehingga hasil pengolahan data MBES menggunakan surutan *tide gauge* dan GNSS *tide* mendapatkan selisih maksimal 0,1 m.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

- Pasang surut GNSS mempunyai pola yang hampir sama dengan pasang surut *tide gauge*. Selisih tinggi air raw data *tide gauge* dengan GNSS pada hari pertama selama 9 jam adalah 0,002 m hingga 0,21 m serta RMSE 0,071 m sedangkan selisih hasil smoothing adalah 0,002 m hingga 0,11 m dengan RMSE 0,060 m. Pada hari kedua perbedaan raw data *tide gauge* dengan GNSS pada pengamatan selama 7 jam adalah 0,001 m hingga 0,18 m dengan nilai RMSE 0,069 m sedangkan selisih hasil smoothing adalah

0,03 m hingga 0,09 m dengan RMSE 0,055 m.

- Hasil perbandingan angka kedalaman survei MBES dengan surutan tide gauge dan survei MBES dengan surutan GNSS tide mendapatkan selisih angka kedalaman 0,0 m hingga 0,1 m.
- Dalam Tugas Akhir ini yang hanya melakukan perekaman GNSS pada rentang waktu yang relatif singkat dan tidak ideal untuk menarik kesimpulan secara general.

### **Saran**

- Untuk meningkatkan jangkauan GNSS diperlukan receiver GNSS dan software post-processing yang mempunyai jangkauan lebih luas sehingga dapat mencapai daerah yang berbeda fase dengan stasiun pasang surut.
- Kualitas data yang diperoleh oleh GNSS sangat dipengaruhi oleh dinamika permukaan laut. Oleh sebab itu, maka diperlukan Motion Reference Unit (MRU) untuk meminimalisir efek dinamika laut sehingga dapat meningkatkan ketelitian hasil GNSS.

### **PERSANTUNAN**

Seluruh penulis adalah kontributor utama dalam artikel ilmiah ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada STTAL Hidros yang telah menyediakan peralatan dalam penelitian ini.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Abidin, H. Z. (2007). *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. Cetakan ke tiga. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Akbar, A. F. (2017). *Pemetaan Batimetri Dan Klasifikasi Profil Dasar Laut Menggunakan Data Multibeam Echosounder*. Yogyakarta. UGM.
- Arya (2015). *Ekstraksi Kedalaman Laut Menggunakan Data SPOT-7 di Teluk Belangbelang Mamuju*. Jakarta: STTAL.
- Deloach, S.R. (1995). *GPS Tides: a Project To Determine Tidal Datums With the Global Positioning System*. New Brunswick, Canada.
- IHO (2020), *Special Publication no 44 6th Edition*. Monaco: International Hydrographic Bureau.
- Prihantoro, Y. (2021), *Studi Pemanfaatan Data Backscatter Akustik MBES Untuk identifikasi Obyek Dasar Laut*. Jakarta: STTAL.
- Wahyono, E.B. (2019). *Survey Satelit Pertanian*. Yogyakarta: STPN.
- Sunaryo (2015). *Penentuan Kedalaman Menggunakan Metode RTK Tides (Studi Kasus Perairan Ancol Teluk Jakarta)*. Jakarta: STTAL.

Susilo et al., (2021). *Variasi Permukaan Laut Dari Pengukur Pasang Surut dan GNSS Yang Ditempatkan Bersama Stasiun Menggunakan GNSS-Reflectometry Di Indonesia*. IOP Publishing Ltd.

Wibisono, F. B. (2020). *Perolehan Data Batimetri Menggunakan Metode Satellite Derived Bathymetry Untuk Percepatan Pembuatan Electronic Navigational Chart*. Jakarta: STTAL.

